

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АГЛОМЕРАЦИИ

**Е.К. Шевцов, В.М. Никипорец (ПГТУ, ОАО ММК им. Ильича,
г. Мариуполь)**

Рассмотрены методы повышения производительности аглофабрики. Представлены наиболее эффективные методы, эксплуатировавшиеся в производстве. Описаны конструктивные особенности устройств для повышения эффективности агломерации и выявлены их достоинства и недостатки.

Украина входит в число стран, являющихся основными производителями чугуна и стали в мире. Благоприятная конъюнктура рынка стали, а также дефицит металлолома в Украине способствовали росту спроса и цен на чугун и сталь. Однако трудно представить рост объемов чугуна без роста объемов доменного сырья - агломерата и железорудных окатышей. В этой связи возникает задача увеличения производительности действующих агрегатов путем интенсификации процессов окускования и одновременном повышении качества готового сырья.

На сегодняшний день известны различные технические решения, обеспечивающие повышение производительности и качества агломерата. Среди них комбинированный нагрев спека, термическая обработка агломерата, производство агломератов различной основности, добавка в шихту всевозможных вяжущих элементов, рациональное распределение по высоте слоя, предварительное стабилизирующее разрушение и др. Наиболее эффективным способом повышения производительности агрегата является увеличение высоты спекаемого слоя.

Известно, что увеличение слоя позволяет повысить прочность спека и добиться снижения расхода твердого топлива. Например, изменением высоты слоя от 240 мм до 310 мм и уменьшением расхода твердого топлива в шихту на 8 % получают в нижних горизонтах слоя избыток тепла, способствующий увеличению содержания закиси железа. Прочность спека при этом возрастает [1].

Почти во всех исследованиях влияния высоты слоя на производительность установки отмечено ее резкое снижение при значительном увеличении слоя. Незначительное увеличение высоты вначале приводит к росту производительности, благодаря увеличению выхода годного. Затем производительность установки снижается. Это связано с повышением газодинамического сопротивления шихты. Как известно, при производстве

агломерата аглошихта разделяется на ряд зон (слоев по вертикали), а именно (рис. 1): готового агломерата (1), горения (2), интенсивного теплообмена (3), сушки или испарения (4), переувлажнения (5) и сырой шихты (6).

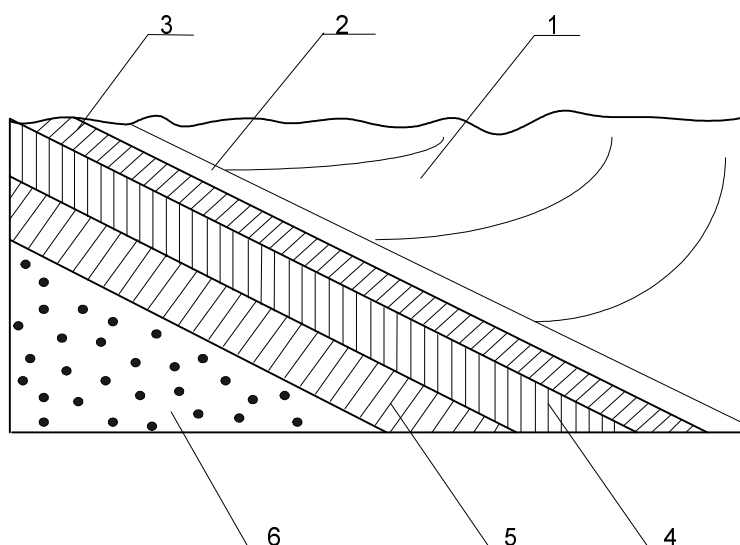


Рисунок 1 – Вертикальное распределение шихты на аглоленте:

1 – зона готового агломерата; 2 – зона горения; 3 – зона интенсивного теплообмена; 4 – зона испарения; 5 – зона переувлажнения; 6 – зона сырой шихты.

Именно зона переувлажнения является тем отрицательным фактором, который повышает газодинамическое сопротивление шихты. Рассмотрим образование зоны переувлажнения. Примем, что процесс агломерации находится в начальной стадии и зона горения расположена в одном из верхних слоев. Раскаленные продукты горения углерода, выходящие из этой зоны, обладают значительным дефицитом влажности, т. е. фактическое парциальное давление водяных паров (p_{H_2O}) в них намного меньше давления (P_{H_2O}) насыщенного водяного пара. При прохождении продуктов горения через зону сушки их температура снижается, вследствие чего уменьшается давление насыщенного водяного пара. Одновременно в результате испарения влаги шихты в зоне сушки увеличивается фактическое давление водяных паров в продуктах горения. До тех пор пока они остаются ненасыщенными водяными парами ($p_{H_2O} < P_{H_2O}$), продолжается испарение влаги шихты слоя. При определенной температуре t_p (точка росы) наступает равенство $p_{H_2O} = P_{H_2O}$, т. е. продукты горения насыщаются водяными парами. Это равенство поддерживается некоторое время, соответствующее пребыванию шихты в переувлажненном состоянии. Затем температура продуктов горения снижается до начальной температуры t_0 . В результате понижения температуры газа уменьшается P_{H_2O} и устанавливается неравенство $p_{H_2O} > P_{H_2O}$. Избыточные, по сравнению с равновесным со-

стоянием, водяные пары конденсируются в зоне, непосредственно примыкающей к зоне переувлажнения. При конденсации водяных паров выделяется скрытая теплота конденсации, за счет которой температура шихты повышается от t_0 до t_p . Вследствие этого в слое устанавливается равенство $p_{H_2O} = P_{H_2O}$, конденсация влаги прекращается, и водяные пары следуют через слой транзитом.

Существует зависимость количества конденсирующейся влаги ΔW от начальной температуры t_0 :

$$\Delta W = \alpha(t_p - t_0) \quad (1)$$

где α – коэффициент, зависящий от оптимальной влажности и физико-химических свойств шихты.

Для шихт из тонкоизмельченных концентратов $\alpha \approx 0,44$. Из уравнения (1) следует, что с уменьшением разности температур газа и шихты все большее количество влаги уносится отходящими газами. В случае, когда $t_p \approx t_0$, зона конденсации, а следовательно и зона переувлажнения отсутствуют [2]. Поэтому целесообразно подогревать шихту до температуры, несколько превышающей температуру точки росы. Практически - это температура 60-70 °С.

Одним из способов подогрева шихты, получившим наибольшее распространение, является подогрев горячим возвратом, однако этот способ не обеспечивает необходимой температуры и не исключает слой переувлажнения. Существуют и другие, более успешные решения. В частности, на ММК имени Ильича эта задача была решена путем подачи горячего воздуха в барабан-окомкователь. Это дало ожидаемый эффект, но требовало дополнительного расхода природного газа и др. В конечном счете, от этого метода отказались.

В то же время известно, что отходящие с хвоста агломашины газы обладают довольно высокой температурой, значительно превышающей температуру, необходимую для исключения слоя переувлажнения. Вследствие чего возникает задача нагрева аглошихты отходящими газами. Рассмотрим один из методов, использовавшийся на ММК имени Ильича, который также дал положительный результат (рис. 2).

Отходящие газы с хвоста агломашины через газопровод подавались сверху на слой аглошихты. Затем осуществлялся просос газов через слой шихты, теплопередача от газа к шихте, с последующим переходом газа в коллектор.

Достоинства данного метода очевидны: возможность увеличения слоя, повышение качества агломерата, повышение производительности, минимизация слоя переувлажнения, использование тепла отходящих газов.

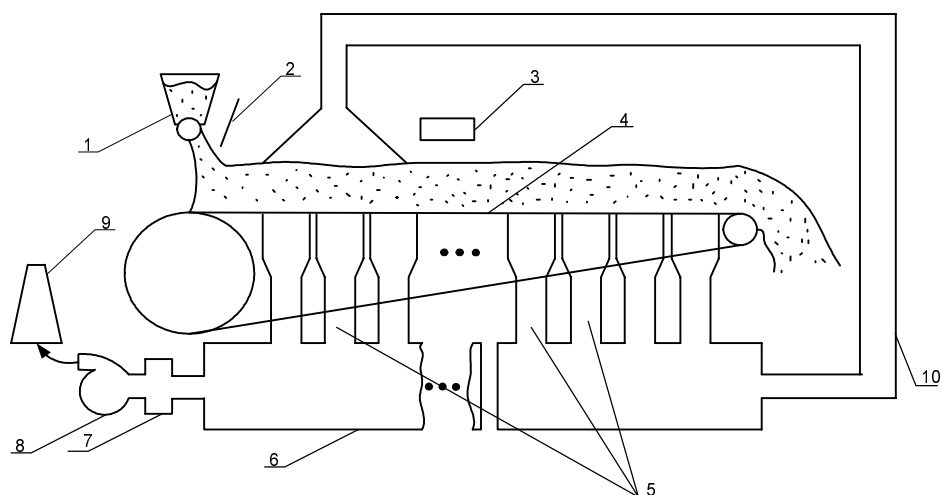


Рисунок 2 – Схема обогрева шихты отходящими газами:

1 – промежуточный бункер; 2 – отражательный лист; 3 – зажигательный горн; 4 – конвейерная лента; 5 – вакуум-камеры; 6 - коллектор; 7 - фильтр; 8 - эксгаустер; 9 – дымовая труба; 10 – газопровод.

Но возникает ряд недостатков: необходимость внесения конструктивных изменений, износ газопровода (поскольку отходящие газы являются агрессивной средой), снижение разрежения в вакуум-камерах и др. Основной причиной, по которой пришлось отказаться от этого метода, являлась невозможность герметизации пространства между конусом, через который осуществляется подача газа и спекательными тележками. Используемые уплотнения не оправдали себя в эксплуатации, в результате чего возникла утечка газа из-под конуса. На производстве от этого метода также пришлось отказаться.

Авторами предлагается подавать отходящие газы с хвоста агломашины непосредственно в промежуточный бункер (рис. 3), боковые стены которого выполнить, как решетку из высокопрочной стали ячейкой 3 мм (аналогично колосниковой). Газопровод выполнить обрешиненным изнутри (аналогично промежуточному бункеру) для повышения стойкости и уменьшения теплопотерь. Прошедший через промежуточный бункер газ возвращать в коллектор. В случае явления «подвисания» шихты в бункере предлагается система регулирующих органов.

Таким образом, возможно исключение слоя переувлажнения, а значит повышения уровня шихты на аглоленте. Кроме того, судя по разрежению в нулевой вакуум-камере о газопроницаемости слоя, можно прогнозировать оптимальный для данного случая уровень, который можно регулировать положением отражательного листа.

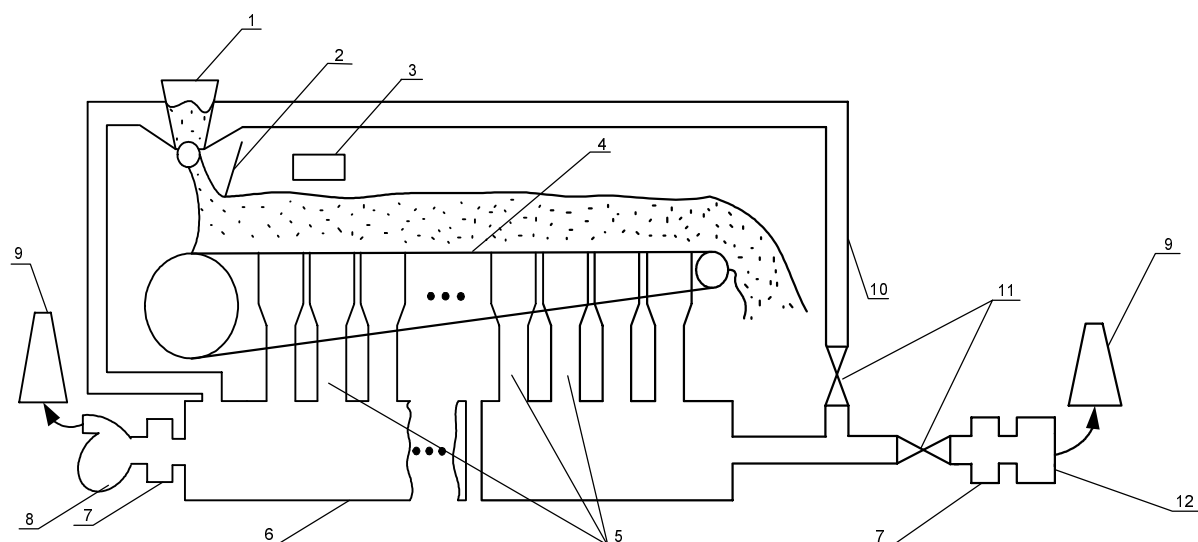


Рисунок 3 – Схема обогрева шихты с подачей отходящих газов в промежуточный бункер.

1 – промежуточный бункер; 2 – отражательный лист; 3 – зажигательный горн; 4 – конвейерная лента; 5 – вакуум-камеры; 6 - коллектор; 7 - фильтр; 8 - эксгаустер; 9 – дымовая труба; 10 - газопровод; 11 – регулирующие органы; 12 - дымосос.

В результате выполненных исследований рассмотрена задача повышения производительности фабрики окускования и повышения качества агломерата; перечислены основные методы повышения выхода годного; определено, что одним из наиболее эффективных методов является повышение уровня спекаемого слоя; описан механизм возникновения слоя переувлажнения как основного фактора, препятствующего повышению уровня шихты на агломерационной ленте; представлены варианты решения поставленной задачи.

Список литературы

1. Берштейн Р. С. Повышение эффективности агломерации. – М : Металлургия, 1979. – 144 с.
2. Сигов А. А. Агломерационный процесс / Шурхал В. А. - К.: Техника, 1969. - 232 с.

© Шевцов Е.К., Никипорец В.М 2005